

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroniky

Absolvování individuální odborné praxe  
Individual Professional Practice in the  
Company

2012

Ondřej Šudoma

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Ondřej Šudoma**

Studijní program:

B2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

2602R014 Aplikovaná a komerční elektronika

Téma:

Absolvování individuální odborné praxe  
Individual Professional Practice in the Company

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: Versta s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
  - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
  - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
  - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
  - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
  - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
  - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

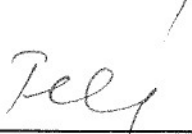
Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ivo Neborák, CSc.**

Datum zadání: 18.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012

  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Petr Palacký, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
\_\_\_\_\_  
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

**Prohlášení o autorství**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne 1.5. 2012



.....  
Ondřej Šudoma

**Prohlášení zástupce firmy Versta s.r.o.**

Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských programech VŠB-TU Ostrava.

Ve Zlíně dne 1.5. 2012



.....  
Ing. Oto Šudoma

### **Poděkování**

Rád bych na tomto místě poděkoval firmě Versta s.r.o. za možnost absolvování individuální odborné praxe v jejich prostředí. Především pak kolektivu za odbornou pomoc, konzultace a rady při řešení jednotlivých úkolů, které mi byly v průběhu zadávány.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá popisem absolvování individuální odborné praxe ve firmě Versta s.r.o. V první části jsou uvedeny základní informace o firmě, jejím odborném zaměření, typické projekty a nástroje používané při vývoji a konstrukci nových zařízení. V další části je rozebráno řešení projektu Rozhrnovač a pěchovač směsí ve formě, na kterém jsem se v průběhu praxe velikou měrou podílel. V závěru jsou zhodnoceny znalosti, které jsem v průběhu praxe využil a které jsem naopak postrádal. Součástí bakalářské práce jsou technické výkresy a fotografie realizovaného zařízení.

**Klíčová slova:** Versta s.r.o., odborná praxe, jednoúčelové zařízení, rozhrnovač směsí, pěchovač směsí

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with the description of the completion of an individual professional practice in company Versta s.r.o. The first section provides basic information about the company, its professional focus, typical projects and tools used in the development and construction of new facilities. The next section discusses the project The spreader and pusher in the form of a mixture to which I have contributed. The last section contains evaluated knowledge that I used in practice and which I lacked previously. The technical drawings and a photograph of the realized device are part of the bachelor thesis.

**Keywords:** Versta s.r.o., professional practice, single-purpose devices, spreader of mixture, pusher of mixture

## **Seznam použitých zkratek a symbolů**

PLC	- Programovatelný logický automat
KM	- Krokový motor
USB	- Universal Serial Bus (univerzální sériová sběrnice)
SW	- Software (programové vybavení)

## Obsah

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2 PROFIL FIRMY A PRACOVNÍ ZAŘAZENÍ STUDENTA .....</b>	<b>2</b>
2.1 Profil firmy Versta s.r.o. ....	2
2.2 Pracovní zařazení studenta .....	2
<b>3 ROZHRNOVAČ A PĚCHOVAČ SMĚSÍ VE FORMĚ .....</b>	<b>3</b>
3.1 Seznam zadaných úkolů a jejich řešení.....	3
3.2 Účel stroje a jeho funkce .....	3
3.2 Základní uzly stroje .....	4
3.3.1 Řídící systém PLC Omron .....	5
3.3.2 Horizontální pojezd.....	6
3.3.3 Vertikální pohyb .....	6
3.3.4 Temperovaná lišta .....	8
3.3.5 Vibrace lišty .....	8
3.3.6 Tlačítkové ovladače .....	8
3.3.7 Rozvaděč a elektrická instalace .....	9
3.3.8 Bezpečnost.....	9
3.4 Software – Programové vybavení.....	9
3.4.1 Software PLC.....	9
3.4.2 Software Display .....	11
3.5 Popis základního pracovního cyklu .....	13
<b>4 UPLATNĚNÉ A ZÍSKANÉ ZNALOSTI BĚHEM ODBORNÉ PRAXE .....</b>	<b>14</b>
<b>5 SCHÁZEJÍCÍ ZNALOSTI BĚHEM ODBORNÉ PRAXE .....</b>	<b>15</b>
<b>6 ZÁVĚR .....</b>	<b>16</b>
<b>7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>17</b>
<b>8 SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>18</b>

# 1 ÚVOD

Tato bakalářská práce shrnuje mé působení ve zlínské firmě Versta s.r.o., kterou jsem navštěvoval po dobu padesáti pracovních dnů, během dvou semestrů akademického roku 2011/2012. Firma se zabývá průmyslovou automatizací, díky tomu mně byly všechny projekty svým zaměřením velmi blízké a mohl jsem uplatnit nabyté znalosti během studia na Vysoké škole Báňské - Technické univerzitě Ostrava.

V první části mého působení ve firmě mně byly zadávány dílčí úkoly na jednotlivých rozpracovaných projektech. Přibližně v polovině mé praxe získala firma zakázku na vývoj a konstrukci jednoúčelového stroje pro rozhrnování a přechování směsí ve formě. Byl jsem ihned přefázen na tento projekt a podílel jsem se na něm až do úplné realizace a předání hotového stroje zákazníkovi. V průběhu vývoje, konstrukce a realizace jsem měl možnost sledovat i výrobu a montáž stroje. Mým úkolem bylo, pod vedením zkušeného pracovníka firmy, řešit technickou stránku stroje - návrh elektrického zapojení, výběr systému řízení, tvorbu programového vybavení a uvedení stroje do provozu.

V první části bakalářské práce se zabývám profilem firmy Versta s.r.o., jejím odborným zaměřením a nástrojích používaných během realizace jednotlivých projektů. Stěžejní část mé bakalářské práce spočívá v objasnění postupu při vývoji a realizaci stroje na rozhrnování a přechování směsí do formy. V samotném závěru hodnotím mé znalosti použité při vykonávání této praxe, chybějící znalosti a celkovou úspěšnost projektu, na kterém jsem se podílel.



## **2 PROFIL FIRMY A PRACOVNÍ ZAŘAZENÍ STUDENTA**

### **2.1 Profil firmy Versta s.r.o.**

Firma Versta s.r.o. byla založena v roce 2003 dvěma společníky. V samotných počátcích nabízela projekční a programátorské služby se zaměřením na tuzemský trh. Díky zkušenostem zakladatelů z oboru průmyslové automatizace, sahajícím až do roku 1989, se firma velmi rychle vyvíjela.

V současnosti má 9 zaměstnanců, z toho 6 na pozici vývojových techniků.

Z původního zaměření na tuzemský trh se Versta s.r.o. přeorientovala na trh celosvětový a jejich stroje nalezneme v celé střední Evropě, USA, Asii, Austrálii, Číně a Rusku.

Hlavní obory činností rozšířila o řídicí systémy pro jednoúčelové stroje a extruzní linky v plastikářském oboru, řízené pohony s měniči a servoměniči, řídicí a vizualizační systémy a míchací linky suchých stavebních směsí pro stavební průmysl. V neposlední řadě se zabývá zprovoznováním a servisem techniky Dynisco pro východní Evropu.

Vzhledem k mému oboru mi byla nejbližší v oblasti projektování a konstrukci elektrických zařízení, programování PLC a operátorských panelů, konstrukci jednoúčelových strojů a montážních linek.

Pro projektování elektro využívá firma software ePlan a AutoCad. Strojní vývojoví technici používají modelovací software pro/Engineer. Jako vizualizační software slouží program ControlWeb.

Hlavními dodavateli řídicích systémů PLC jsou Siemens, Allen-Bradley a Omron. Elektrické pohony, měniče a servoměniče firma odebírá především od Lenze.

Mezi hlavní zákazníky patří Xaloy USA, Slovnaft Bratislava, U.S. Steel Košice a Dplast.

### **2.2 Pracovní zařazení studenta**

Ve firmě Versta s.r.o. jsem pracoval na pozici technika.

### 3 ROZHRNOVAČ A PĚCHOVAČ SMĚSÍ VE FORMĚ

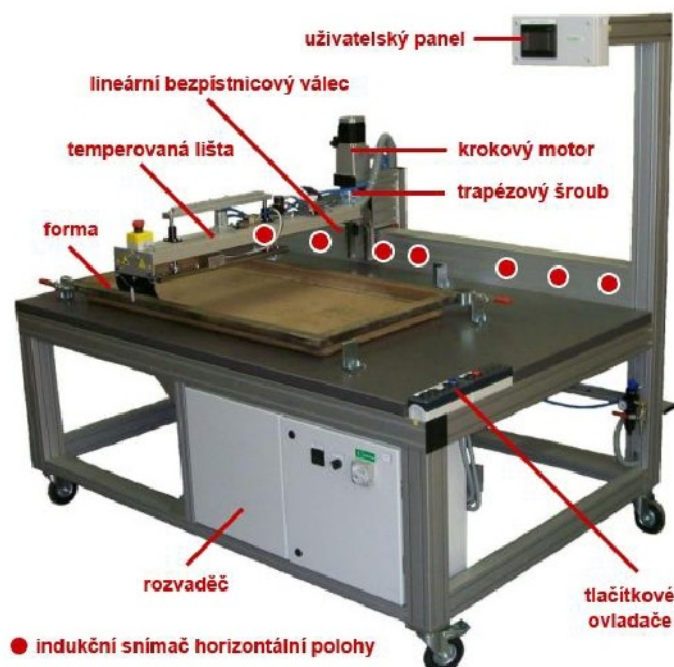
#### 3.1. Seznam zadaných úkolů a jejich řešení

Během realizace tohoto projektu mi byly postupně přidělovány následující úkoly:

- Podílení se na návrhu logiky řízení
- Výběr vhodných elektrických komponentů
- Vytvoření elektrodokumentace
- Vytvoření programu pro PLC
- Naprogramování uživatelského panelu
- Uvedení stroje do provozu u zákazníka

V bakalářské práci je vysvětlena logika řízení a jsou zde i uvedeny konkrétní použité elektrické komponenty. Část elektrodokumentace, mnou nakreslené výkresy, jsou v příloze. Postup při programování PLC a uživatelského panelu je podrobně vysvětlen na příkladech. Uvedení stroje do provozu u zákazníka spočívalo v úpravě programu PLC, nastavení a změně skladby elektrických komponentů do konečné podoby. V takové podobě je zde i zařízení řešeno.

#### 3.2 Účel stroje a jeho funkce



Obr. 1: Rozhrnovač a pěchovač směsí ve formě - vyznačení základních částí

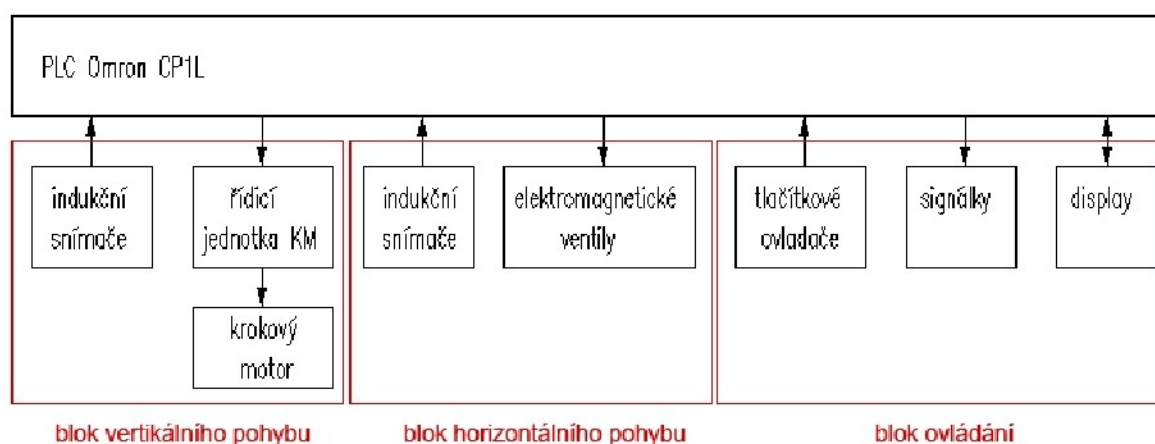
Obsluha stroje nasype směs pryžové drti a pojiva do formy. Stroj má následně za úkol směs rovnoměrně rozhrnout a upěchovat pomocí temperované lišty. Po zpracování první vrstvy obsluha nasype do formy druhou směs, která je strojem opět zpracována. Vertikální pohyb lišty zajišťuje krokový motor, horizontální pohyb zajišťuje lineární bezpístnicový pneumatický válec. Lišta je vyhřívaná na 80°C a pro upěchování směsi využívá vibrací.

Před zahájením cyklu obsluha nastaví na dotykovém uživatelském panelu rozměr formy, výšku formy a druh zpracovávaných směsí pro obě vrstvy. Od těchto parametrů se následně odvíjí program stroje. Zejména se jedná o počet přejezdů a výšky přejezdů temperované lišty, které ovlivňují tlak působící na směs. Tlačítkovými ovladači obsluha řídí průběh cyklu stroje.

Po ukončení cyklu se směs ve formě nechá ztuhnout a výsledkem je pokladový materiál na sportovní a víceúčelová hřiště.

### 3.3 Základní uzly stroje

Základní části stroje jsou děleny z pohledu PLC, vytápění temperované lišty a bezpečnostních obvodů.



Obr. 2: Blokové schéma základních bloků stroje z pohledu PLC

Z pohledu PLC má přístroj blok vertikálního pohybu, blok horizontálního pohybu a blok ovládání.

V bloku vertikálního pohybu jsou na vstupy PLC přivedeny signály ze dvou indukčních snímačů. Ty slouží jako limity vertikální polohy lišty a nepodílejí se na řízení polohy. Na výstupu PLC je připojena řídicí jednotka KM, která ovládá krokový motor.

Blok horizontálního pohybu přivádí na vstup PLC signály ze sedmi indukčních snímačů. Tyto snímače slouží k určení horizontální polohy lišty. Samotné horizontální polohování je řešeno přes elektromagnetické ventily, které jsou přímo připojeny k výstupům PLC.

Blok ovládání obsahuje tlačítkové ovladače, přes které obsluha zařízení ovládá program stroje. Signálky signalizují aktuální stav probíhajícího programu. Display slouží k nastavení rozměrů aktuální formy, její výšky, typu zpracovávané směsi a zobrazuje nastavenou výškovou korekci formy.

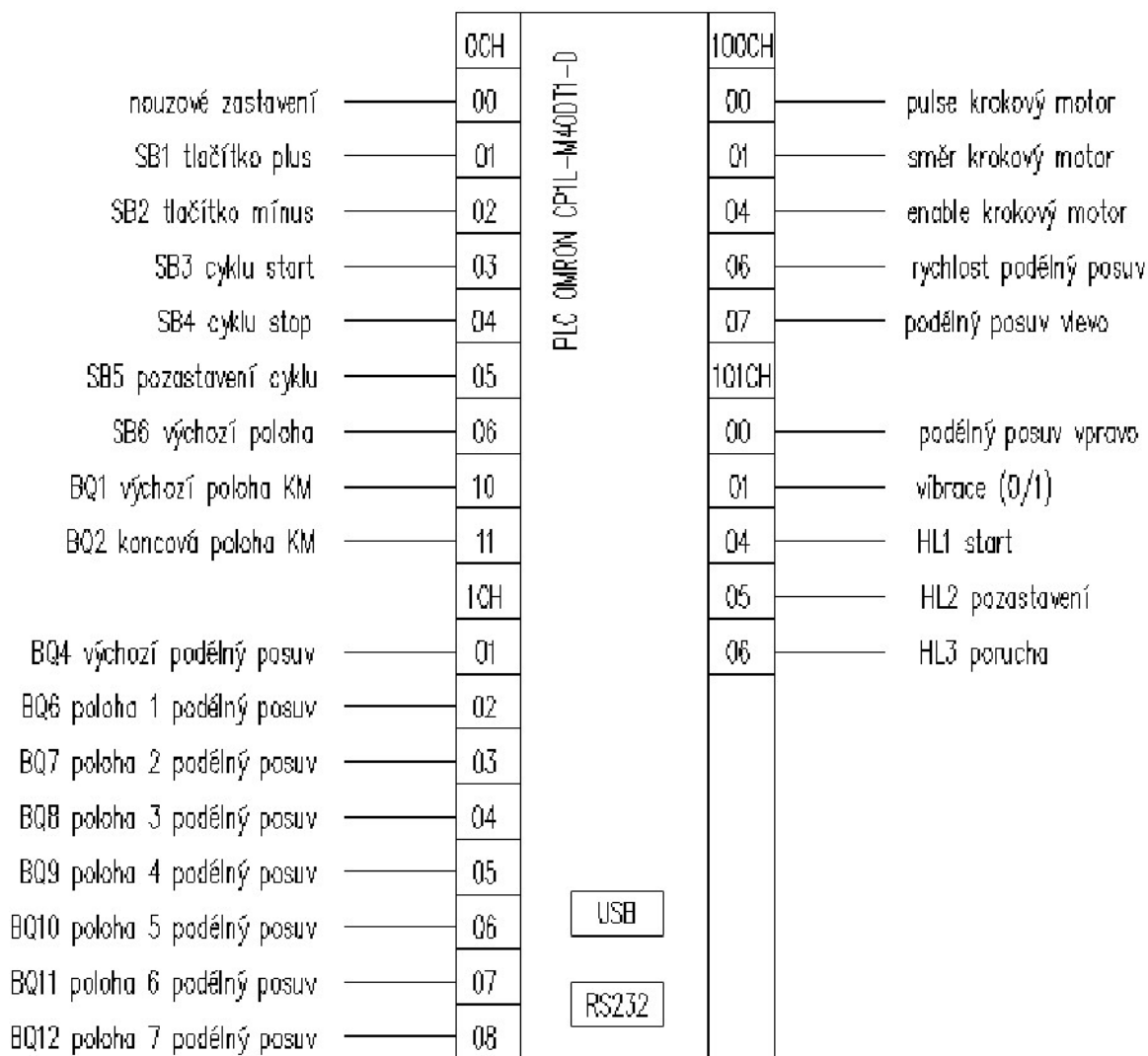
Celý systém pohybu zastřešují bezpečnostní obvody složené z dvojice optických závor, umístěných na boku lišty a tlačítka nouzového zastavení.

Zcela nezávisle pracujícím uzlem je regulace vyhřívání lišty. Teplota lišty je snímána snímačem teploty typu J (Fe-Co) a následně regulována PID regulátorem.

Samostatným prvkem jsou vibrace lišty, které jsou zapínány jedním binárním výstupem PLC a nemají přiřazené žádné prvky, ovlivňující jejich chod, na vstupech PLC.

### 3.3.1 Řídicí systém PLC Omron

Z návrhu logiky stroje vyplývá požadavek na PLC o osmnácti binárních vstupech, devíti binárních výstupech, jednom pulzním výstupu a jednom sériovém výstupu RS232. Tomuto požadavku nejlépe vyhovuje PLC Omron CP1L, který má dvacet čtyři binárních vstupů, čtrnáct binárních výstupů, dva pulzní výstupy, programovací USB vstup a sériový výstup RS232.

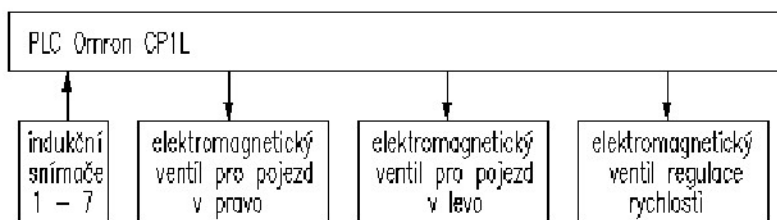


Obr. 3: Připojené vstupy a výstupy PLC Omron CP1L

PLC je napájeno ze stejnosměrného spínaného zdroje 24VDC/10A [1]. USB vstup slouží jako programovací vstup PLC a sériový RS232 je využit pro komunikaci s uživatelským panelem.

Jedná se o kompaktní PLC, v případě potřeby rozšiřitelné až o další tři moduly binárních nebo analogových vstupů a výstupů. Binární vstupy jsou na úrovni 24VDC, binární a pulzní výstupy jsou tranzistorové typu PNP [2].

### 3.3.2 Horizontální pojezd - lineární bezpístnicový válec

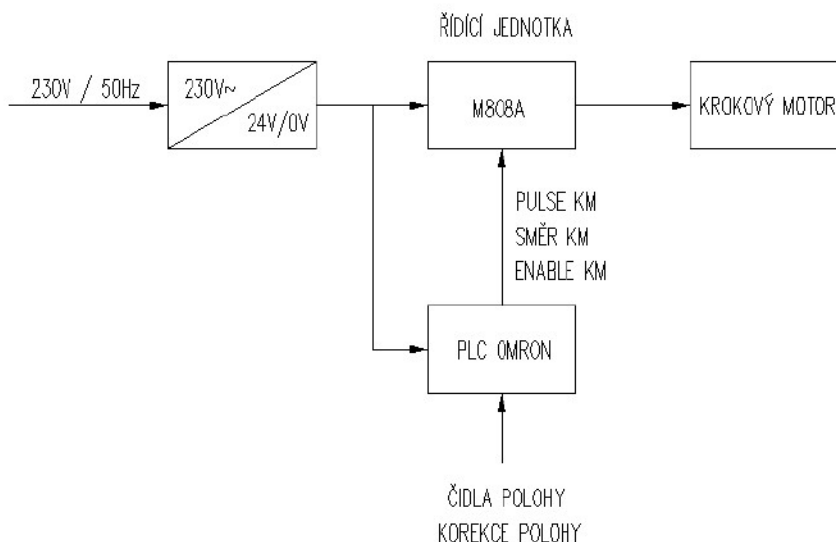


Obr 4.: Blokové schéma horizontálního pojezdu

Pro horizontální pozicování lišty a určení aktuální polohy slouží sedm indukčních snímačů E2A Omron [3]. Snímače jsou napájeny stejnosměrným napětím 24V. Pokud se do spínací vzdálenosti 2mm přiblíží vertikální lišta s protikusem v podobě feromagnetického materiálu, indukční snímač sepne přiřazený vstup PLC (1CH03 až 1CH08). Umístění indukčních snímačů odpovídá délkám jednotlivých forem.

Řízení horizontálního posuvu se realizuje prostřednictvím spínání binárních výstupů PLC (100CH07, 100CH00), tedy spínáním elektromagnetických ventilů. Kromě řízení směru pohybu lze řídit i rychlost sepnutím elektromagnetického ventilu regulace rychlosti (100CH06), který zvýší tlak v pneumatické soustavě.

### 3.3.3 Vertikální pohyb - krokový motor



Obr. 5: Blokové schéma řízení krokového motorku

Na vstupy PLC (0CH10, 0CH11) vstupují signály z indukčních snímačů polohy a tlačítek pro korekci výšky formy (0CH01, 0CH02). Na řídicí jednotku KM jsou připojeny tři z výstupů PLC. Digitální výstup ENABLE KM (100CH04) při nastavené nule povoluje pohyb KM [4]. Druhý digitální výstup (100CH01) zajišťuje nastavení směru KM [4]. Třetí, impulsní výstup (100CH00), generuje pulzy, které jsou definované počtem a frekvencí. Tyto tři signály jsou zpracovány řídicí jednotkou KM LeadShine M880A a ta následně řídí krokový motor FL86STH118-6004A.

Před použitím řídicí jednotky je třeba nastavit její piny.

napájecí proud				mikrokrokování			
1	2	3	4	5	6	7	8
klidový proud							

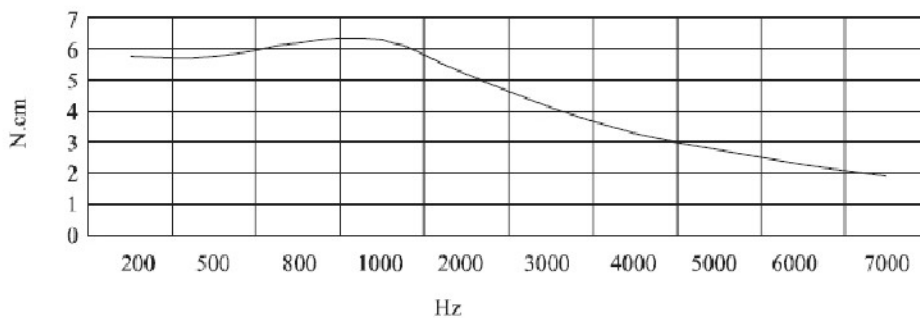
Obr. 6: Význam jednotlivých pinů řídicí jednotky KM [4]

Napájecí proud je nastaven na maximální možnou hodnotu 5,6A [4]. Krokový motor má jmenovitý proud 6A [5], takže tato řídicí jednotka KM nevyužije plný krouticí moment, který dává KM k dispozici. Klidový proud je nastaven na polovinu napájecího proudu, čímž se podařilo vyřešit přehřívání KM. Mikrokrokováním, nastaveném na jednu polovinu, se změní základní úhel kroku KM.

Ovládání KM se realizuje přes počet pulzů a frekvenci.

Počet pulzů udává pootočení výstupní hřídele krokového motorku. Základní úhel kroku zvoleného krokového motoru je  $1,8^\circ$  [5]. Po zavedení mikrokrokování se změní na  $0,9^\circ$ . Rozteč zubů trapézového šroubu je 5mm. Přivedením 400 pulzů se dosáhne otočení motoru o  $360^\circ$  a tedy posunu lišty ve vertikálním směru o 5mm.

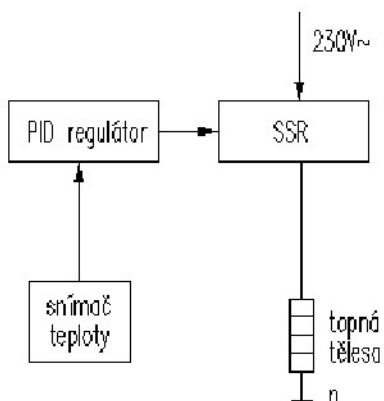
Frekvence ovlivňuje rychlost KM. Při její volbě je třeba uvažovat bezpečnost obsluhy, krouticí moment KM a vliv na celkový čas programu. Tyto požadavky optimálně splňuje frekvence 800Hz.



Obr. 7: Závislost krouticího momentu KM na frekvenci [5]

### 3.3.4 Temperovaná lišta

Lišta je vytápěna třemi topnými tělesy o příkonu 55W, 55W a 140W.



Obr. 8: Blokové schéma regulace teploty

Pro regulaci teploty je použit digitální regulátor Omron, typ E5CC. Vzhledem k malé tepelné kapacitě temperované lišty je z hlediska rychlosti teplotní odezvy použit teplotní termočlánek typu J (Fe-Co).

Regulátor prostřednictvím svého napětového výstupu spíná SSR relé, které přivádí napájecí napětí k topnému tělesu. Výhodou použití SSR relé je spínání v nule a minimální elektromagnetické rušení okolních elektrických obvodů, zejména s ohledem na pulzní řízení KM.

Regulátor je nastaven do režimu PID regulace. Regulátor je vybaven funkcí autotuning, což umožňuje autoadaptivní nastavení jednotlivých složek PID regulátoru [6]. Při prvním spuštění regulátoru je zvolena funkce autotuning, po jejím ukončení jsou vypočteny optimální parametry (proporcionální, integrační, derivační a časová konstanta regulátoru), které zajišťují vysokou kvalitu regulačního procesu.

Praxe prokázala přesnost regulace teploty  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  při žádané hodnotě teploty lišty  $80^{\circ}\text{C}$ .

### 3.3.5 Vibrace lišty

Vibrace lišty zajišťuje pneuválec, ovládaný dvupolohovým elektromagnetickým ventilem s vratnou pružinou a jednou cívkou. Ventil je cyklicky spínán binárním výstupem PLC (101CH01).

### 3.3.6 Tlačítkové ovladače

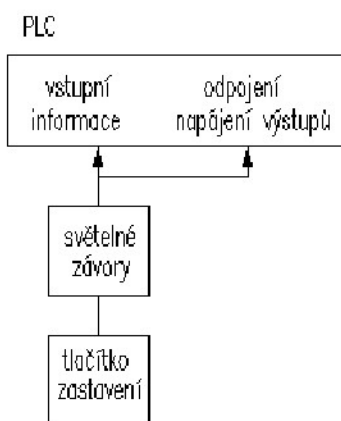
Obsluha stroje má k dispozici šest tlačítek, kterými řídí program stroje. Tlačítkem START (0CH03) spouští program. Tlačítko STOP (0CH04) slouží pro ukončení cyklu. Po jeho zmáčknutí nelze v cyklu pokračovat a jedinou možností je stisk tlačítka VÝCHOZÍ POLOHA. Tlačítko VÝCHOZÍ POLOHA (0CH06) přeruší cyklus a uvede stroj do výchozí polohy potřebné pro zahájení programu. Tlačítko POZASTAVENÍ (0CH05) slouží k pozastavení programu. Opětovným zmáčknutím je proces znovu spuštěn. Tlačítka PLUS (0CH01) a MÍNUS (0CH02) slouží ke korekci výšky formy.

Tlačítko START má signálku, která svítí, probíhá-li cyklus. Svící signálka tlačítka POZASTAVENÍ informuje o přerušení cyklu. Signálka PORUCHA nebyla využita.

### 3.3.7 Rozvaděč a elektrická instalace

Všechny jistící, spínací a řídicí prvky jsou umístěny v oceloplechovém rozvaděči. Rozvaděč je umístěn v rámu stroje. Kable vychází z rozvaděče přes průchodky a po stroji jsou vedeny v hliníkových elektroinstalačních žlabech. K jednotlivým snímačům a akčním prvkům jsou vedeny v plastových elektroinstalačních hadicích.

### 3.3.8 Bezpečnost



Obr. 9: Blokové schéma bezpečnostních obvodů

Na temperované liště jsou umístěné dvě bezpečnostní optické závory. Každá závora se skládá z vysílače, přijímače a vyhodnocovací jednotky s reléovým kontaktem. Vyhodnocovací jednotky jsou zapojeny v sérii s tlačítkovým hříbovým ovladačem s aretací nouzového zastavení. V případě aktivace vyhodnocovací jednotky nebo stisku tlačítka nouzového zastavení jsou odpojeny výstupy PLC od napájení a PLC je o tomto stavu informováno na binárním vstupu (0CH00).

## 3.4 Software - Programové vybavení

U zařízení je třeba naprogramovat PLC a uživatelský dotykový panel.

### 3.4.1 Software PLC

Výrobce PLC Omron ke svým produktům dodává SW prostředí CX-Programmer, který je využit při programování PLC přístroje.

PLC je naprogramován pomocí grafického jazyku Ladder Diagram (objektové programování). Základní program se sestává z podmínky (na levé straně řádku) a instrukce (na pravé straně). V případě splnění nadefinované podmínky jsou provedeny k ní připojené instrukce.





Obr. 10: PLC Ladder Diagram - příklad řízení krokového motorku

V uvedeném příkladu vstupní porovnávací blok srovnává obsah proměnné `step_krokovy` s hodnotou `#2` - číslem dva uvedeném v šestnáctkové soustavě. Pokud se proměnná rovná této hodnotě, jsou provedeny instrukce `@PULS` a `@SPED`.

V bloku `@PULS` je na první pozici nastavena hodnota výstupního portu PLC `#0000` (100CH00), protože právě zde je připojen impulsní vstup řídicí jednotky KM. Druhý parametr specifikuje, jestli se jedná o polohování relativní nebo absolutní. Na třetím místě je nastaven v desítkové soustavě celkový počet generovaných pulsů na hodnotu 800 [7].

Blok `@SPED` na první pozici opět specifikuje výstupní port PLC `#0000`. Na druhé pozici je jednotlivými bity nastaven výstupní mód, směr pohybu KM a výstupní pulsní metoda. Na třetím místě se definuje výstupní frekvence generovaného signálu v desítkové soustavě na 800Hz [7].

Spínač `A280.03` představuje bit, který je nastaven v případě, že byly všechny požadované pulsy odeslány na výstup PLC [7]. Šipka směřující nahoru ve spínači říká, že spínač bude sepnut s nástupnou hranou nastavení bitu a pouze po dobu jedné programové smyčky. Po dokončení generování pulsů je sepnut spínač `A280.03` a proměnná `step_krokovy` je nastavena na výchozí hodnotu `#0`.

Za předpokladu, že základní úhel kroku KM je  $1,8^\circ$ , mikrokrokování je nastaveno na jednu polovinu a rozteč zubů trápézového šroubu je 5mm bude výsledkem uvedeného příkladu pohyb lišty ve vertikálním směru dolů o 10mm za dobu 2s.

Program následně pokračuje nastavením příznaku `step_podelny` a daný porovnávací člen aktivuje podélný pohyb.



Obr. 11: PLC Ladder Diagram - Bezpečnost

V programu řízení krokového motoru je třeba uvažovat nutnost jeho zastavení. Řádek obsahuje na levé (vstupní) straně tři spínače, reprezentující binární vstup informace o aktivaci bezpečnostních obvodů (0CH00), indukční snímač maximální vertikální polohy (0CH11) a indukční snímač minimální vertikální polohy (0CH10). V případě sepnutí jednoho ze tří spínačů je provedena instrukce INI. Na první pozici se specifikuje impulzní výstup #0000 (100CH00). Na druhé pozici funkce - zastavení impulzního výstupu. Třetí parametr je v tomto případě bez významu [7].

Výsledný program pro řízení této aplikace má více než 450 obdobných řádků. Programová smyčka trvá 3ms.

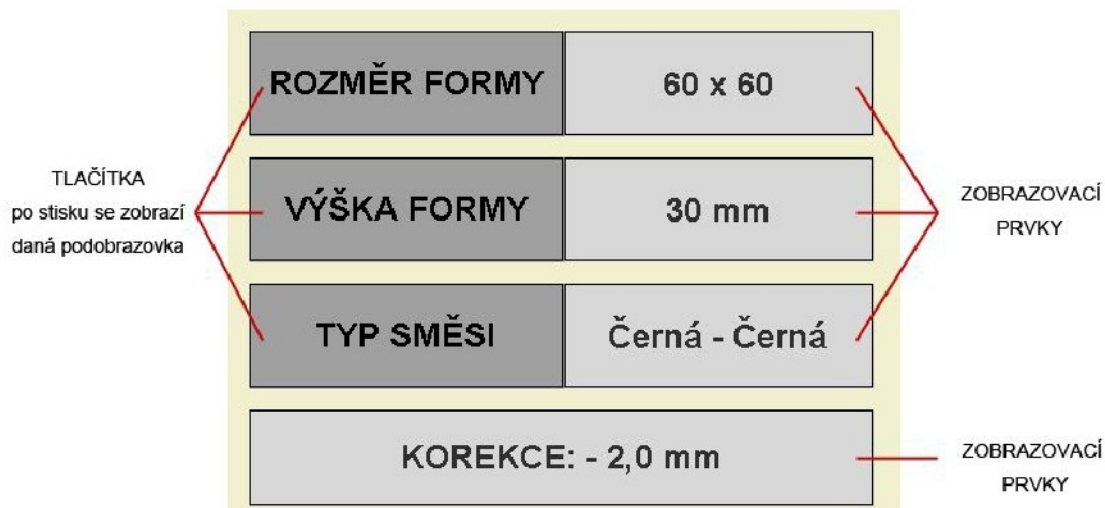
SW CX-Programmer umožňuje i programování pomocí instrukcí (Mnemonics). Řádek se zastavením krokového motoru vypadá následovně.

```
LD      I_Bezpečnost
OR      I_VychoziKM
OR      I_KoncovaKM
INI(880)  #000
          #003
          0
```

### 3.4.2 Software Display

Display NQ5-MQ od výrobce Omron je napájen napětím 24V a připojen k PLC pomocí sériového rozhraní RS232 [8]. Display umí zapisovat do paměti PLC, obsluha tedy může nastavit rozměr formy, výšku formy a typ směsi. Display zároveň může data z paměti PLC i číst, vyhodnotit je a následně ve vhodné formě zobrazit. Obsluha zobrazuje jak aktuální nastavení těchto parametrů, tak i korekci formy, nastavenou tlačítkovými ovladači.

Programování probíhá ve grafickém SW NQ-Designer dodávaném výrobcem Omron.



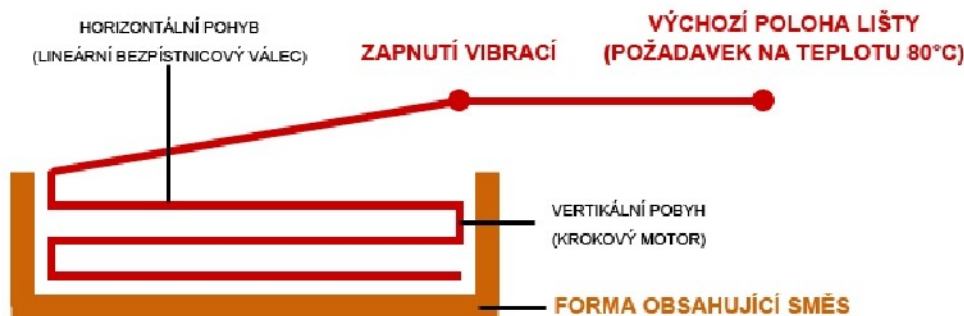
Obr. 12: Úvodní obrazovka uživatelského panelu

Naprogramování uživatelského panelu spočívá ve vytvoření všech podobrazovek, jejich naplněním nastavovacími nebo zobrazovacími prvky a následným nastavením těchto prvků.

Jako tlačítko je použit prvek Bit Button. Tomuto prvku lze nadefinovat neomezený počet úkolů při jeho stisku, po dobu jeho stisknutí a případně i po jeho uvolnění. Na úvodní obrazovce má tlačítko ROZMĚR FORMY nastaven úkol po stisku na GOTO SCREEN1. Po stisku obsluha přejde na příslušnou podobrazovku sestávající se ze tří tlačítek, které reprezentují jednotlivé rozměry forem. Po stisku jednoho ze tří tlačítek na podobrazovce jsou zahájeny dva nadefinované úkoly. Příkaz TURN BIT WR101 ON, kde WR101 je nadefinovaná proměnná reprezentující registr PLC, uloží uživatelem vybranou možnost do remanentní paměti PLC. Druhý úkol GOTO SCREEN0 uživatele přesměruje zpět na úvodní obrazovku.

Jako zobrazovací prvky jsou použity prvky Word Lamp. V nastavení prvku je mu přiřazen registr PLC, který bude prvek číst. Následně je nadefinován zobrazovaný text a vzhled prvku pro jednotlivé možné stavy registru. Nejvhodnějším řešením je do registru PLC ukládat v desítkové soustavě čísla, kde každé číslo reprezentuje jeden stav stroje a bude mu odpovídat jedno nastavení stavu prvku Word Lamp. Hlavní program ovšem získává informaci o aktuálním stavu stroje kombinací vstupů čidel a hodnot v nadefinovaných registrech. Proto jsou v PLC vyhrazeny další registry jen pro zobrazovací prvky, do kterých PLC ukládá stav stroje v požadovaném, desítkovém, tvaru.

### 3.5 Popis základního pracovního cyklu



Obr. 13: Základní pracovní cyklus stroje - první cyklus

Obsluha stroje nastaví na uživatelském panelu rozměr formy, výšku formy a typ zpracovávaných směsí. Případné opotřebení formy lze kompenzovat tlačítka PLUS a MÍNUS, kterými se nastavuje korekce výšky formy. Vytápění lišty obsluha zapne dvupolohovým spínačem na přední straně rozvaděče.

Pro zahájení cyklu se musí temperovaná lišta nacházet ve výchozí pozici. Pokud se zde lišta nenachází, obsluha stiskne tlačítko VÝCHOZÍ POLOHA. Cyklus je zahájen stiskem tlačítka START. Počet přejezdů a výška přejezdů je odvozena od nastavených hodnot na uživatelském panelu. Vertikální pohyb lišty zajišťuje krokový motor a vertikální posun lišty je dán počtem pulzů generovaných na výstup PLC do řídicí jednotky KM. Horizontální pohyb zajišťuje lineární bezpístnicový válec a pohyb v rámci formy je limitován indukčními snímači přiřazenými k zvolenému rozměru formy.

Po ukončení prvního cyklu se temperovaná lišta navrátí do výchozí polohy, obsluha nasype do formy druhou vrstvu směsi a spustí druhý cyklus rozhrnování a pěchování směsi ve formě.

## **4 UPLATNĚNÉ A ZÍSKANÉ ZNALOSTI BĚHEM PRAXE**

Během první části odborné praxe, kdy mi byly přidělovány dílčí úkoly na rozpracovaných projektech, jsem uplatňoval především znalosti nabyté z předmětů Teorie obvodů I, Teorie obvodů II a Elektroniky.

Při návrhu a realizaci stroje pro rozhrnování a přechování směsí do formy jsem nejčastěji využíval vědomosti z předmětů Číslicová a mikroprocesorová technika I, Mikropočítačové řídicí systémy I, Mechatronických systémů a Elektrických regulovaných pohonů I. Jelikož jsem byl přítomen u většiny fází vývoje stroje a podílel jsem se i na tvorbě technické dokumentace, měl jsem možnost uplatnit i znalosti z Technické dokumentace a Principů zařízení komerční elektroniky.

Během individuální odborné praxe jsem ovšem narazil i na úkoly, se kterými jsem neměl z předchozího studia na střední a vysoké škole žádné zkušenosti. Vždy jsem ale měl alespoň obecné povědomí o dané problematice a byl jsem schopen na odborné úrovni komunikovat s ostatními zaměstnanci a po konzultaci samostatně pracovat na úkolu.

Nejcennější zkušeností pro mě byla možnost naučit se pracovat s PLC a uživatelskými panely a výrobcem dodávaným SW, pro jejich programování.

## 5 SCHÁZEJÍCÍ ZNALOSTI BĚHEM PRAXE

Z předchozího studia jsem postrádal podrobnější znalosti o v praxi používaných elektrických komponentech, jako např. řídicích systémech, jisticích a spínacích prvcích, regulátorech, snímačích, pohonech a řídicích jednotkách pohonů. Současně pro mě bylo novou zkušeností programování PLC a uživatelských panelů, kdy se využívá prostředí s velmi specifickým a rozsáhlým instrukčním souborem. Pro tuto práci je podmínkou dobrá znalost požadované funkce zařízení, předvídání možných přechodových a nestandardních stavů stroje, logické uvažování a samozřejmě velmi dobré znalosti z oboru elektrotechniky a jistá praxe. V konkrétních podmínkách je toto programování často přidělováno právě absolventům elektrotechnického oboru, u nichž se znalosti předpokládají a pro zdárný průběh projektu pracují společně v týmu se zkušenými odborníky, od nichž čerpají potřebné zkušenosti. Tak tomu bylo i v mém případě.

S technickými dokumenty a manuály jsem se během studia setkával jen velmi sporadicky, během mé praxe jsem však s nimi byl nucen pracovat velmi intenzivně a byly v podstatě jedním ze základních zdrojů mých informací. V počátcích praxe mi dělala potíže orientace, práce a získávání potřebných dat z příložených manuálů k jednotlivým zařízením. Situaci stěžoval i fakt, že všechny byly v angličtině. S technickou angličtinou jsem se nikdy dříve na takovéto úrovni nesetkal.

## 6 ZÁVĚR

Výsledkem mé praxe je plně funkční zařízení. Zákazníkovi bylo předáno s menším zpožděním. Je ovšem nutno zohlednit i fakt, že se jednalo o vývoj zcela nového stroje. Jisté prodlevy nastaly i u třetích stran, které se na tomto projektu podílely.

Uvedením zařízení do provozu práce neskončily. Zákazník musí nejdříve otestovat jednotlivé nastavené programy a vyhodnotit kvalitu rozhrnutí a upěchování směsi, tedy kvalitu vyráběného produktu. Následně mohou být vzneseny požadavky na úpravu, případně doplnění jak strojní části zařízení, tak i části elektro a programového vybavení. Ze strany vývojového týmu je však předpoklad, že se bude jednat již jen o zásahy do SW PLC a uživatelského panelu, ne do koncepce stroje nebo systému řízení.

Výběr absolvování individuální odborné praxe, na místo běžné bakalářské práce, hodnotím vzhledem k mému dalšímu působení v tomto oboru velmi pozitivně.

## **7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] 240W Single Output Industrial DIN RAIL Power Supply DRP-240 series. New Taipei City: MEAN WELL, 2008, 2s.
- [2] CP1L CPU Units and Expansion Units. Wegalaan: Omron Electronic BV, 2010. 16s.
- [3] Cylindrical Proximity Sensor E2A. Wegalaan: Omron Electronic BV, 2008. 17s.
- [4] User's Manual for M880A. Shenzen: Leadshine Technology CO., Ltd., 2008, 9s.
- [5] FL86STH118-6004A. Tallinn: Smart Motor Devices, 2006, 7s.
- [6] Digital Temperature Controller E5CC/E5EC. Omron Electronic BV, 2005. 36s.
- [7] Programmable Controllers - Instructions Reference Manual. Wegalaan: Omron Electronic BV, 2004. 1332s.
- [8] NQ HMI SERIES. Wegalaan: Omron Electronic BV, 2010. 8s.



## 8 SEZNAM PŘÍLOH

- List č.1 - Schéma zapojení napájení, stejnosměrného zdroje a topných těles
- List č.2 - Schéma zapojení optických závor
- List č.3 - Schéma zapojení vyhodnocovací jednotky optických závor a nouzového tlačítka
- List č.4 - Schéma zapojení regulátoru a snímače teploty
- List č.5 - Schéma zapojení řídicí jednotky KM a krokového motoru
- List č.6 - Schéma zapojení PLC CP1L a uživatelského panel NQ5-MQ
- List č.7 - Schéma zapojení vstupů PLC - část 1.
- List č.8 - Schéma zapojení vstupů PLC - část 2.
- List č.9 - Schéma zapojení vstupů PLC - část 3.
- List č.10 - Schéma zapojení výstupů PLC - část 1.
- List č.11 - Schéma zapojení výstupů PLC - část 2.
- List č.12 - Umístění prvků v rozvaděči MR1
- List č.13 - Svorkové schéma